

Slutrapport av SLF-projektet H0850375

Majsensilage till mjölkkrastjurar – effekt av mognadsstadium och utfodringsstrategi på konsumtion, foderutnyttjande, slaktkroppskvalitet och ekonomi

Elisabet Nadeau¹, Konstantinos Zaralis¹, Karl-Ivar Kumm¹, Peder Nørgaard² och Annika Arnesson¹

¹Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara

²Inst. for Klinisk Veterinaer- og Husdyrvidenskab, Köpenhamns Universitet, Danmark.

Bakgrund

Lantbrukarna i en tidigare fältstudie utförd av SLU i Skara i samarbete med SLU i Alnarp, SVA och rådgivare menar att ytterligare ett grovfoder till vallensilaget ökar möjligheterna till en fungerande foderstat till växande ungnöt både näringsmässigt och miljömässigt. Utfodring med majs har medfört en fastare träck hos djuren och därmed en renare stallmiljö. Resultat från studien visar att torrs substans (ts)-halt och näringsinnehåll varierar kraftigt mellan gårdar (Arnesson et al., 2009; Nadeau et al., 2010). Variationerna beror till övervägande del på att majsen har haft varierande utvecklingsstadier vid skörd (Jensen et al., 2005). Genom att identifiera majsens mognadsstadium och styra skördedatum efter mognad kan vi mycket lättare förutsäga majsens fodervärde. När majsplantan utvecklas reproduktivt ökar ts-halten och stärkelsehalten medan NDF-halten och smältbarheten hos NDF och stärkelse minskar (Juniper et al., 2006; Masoero et al., 2006; Swensson et al., 2008). En frågeställning som är intressant att besvara för lantbrukarna är om/hur konsumtion, tillväxt, foderutnyttjande och slaktkroppskvalitet hos ungnöt påverkas när majsensilage med olika andelar fiber/stärkelse utfodras. Enligt danska (NorFor) och amerikanska normer ska grovfodermajs skördas vid dentstadiet (mjölmognad). Vid nordligare breddgrader, såsom i Sverige, kan majsensilage behöva skördas i ett tidigare utvecklingsstadium än vad som rekommenderas på grund av att väderleksförhållanden och växtodlingssäsongens längd omöjliggör fortsatt mognad av grödan. Kunskapen om effekt av utvecklingsstadium hos majsensilage på konsumtion, tillväxt, foderutnyttjande och slaktkroppskvalitet hos växande nötkreatur är mycket begränsad. Till vår kännedom finns endast ett fåtal publicerade arbeten (Browne et al., 2004; Browne et al., 2005).

En väl fungerande foderstat är en foderstat som ger tillräckligt lång uppehållstid för fodret i vommen för att tillåta en god vomförjäsning med nedbrytning av smälta foderrester till en partikelstorlek som är tillräckligt liten (<1 mm) för att fodret ska kunna passera vidare till löpmage och tarmkanal. Eftersom fibernedbrytningen uteslutande sker i vommen hos idisslare när vommiljön är god, kan vi påstå att den partikelstorlek som återfinns i träcken i 95 % av alla mjöliga fall är samma som den kritiska partikelstorleken, dvs. den partikelstorlek som foderpartiklarna har när de lämnar vommen. Den kritiska partikelstorleken varierar med foderstat och produktionsnivå hos djuren och är större hos högproducerande nötkreatur som får kraftfoderrika foderstater (Mgbeahuruike, 2007; Nørgaard et al., 2007) än hos nötkreatur som utfodras med enbart grovfoder (Nørgaard och Kornfelt, 2006).

En annan frågeställning som nötköttsproducenter behöver ha svar på är om majsensilage kan utfodras som enda grovfoder. Flertal utländska studier har studerat olika proportioner majsensilage/vallensilage i foderstater till ungnöt av mjölkkras (Comerford et al., 1992; Juniper et al., 2005) och köttkras (Brennan et al., 1987; Comerford et al., 1992; O'Sullivan et al., 2002; Keady et al., 2007). I de få fall studierna har haft ett led med enbart majsensilage som grovfoder har inte resultaten varit lika entydiga med avseende på tillväxt vid jämförelsen majs/vallensilage respektive enbart majsensilage som grovfoder (O'Sullivan et al., 2002;

Juniper et al., 2005). Kunskapen om hur skördetidpunkt hos majsensilage påverkar tillväxt hos ungnöt när det utfodras i blandning med vallensilage eller som enda grovfoder är således mycket begränsad. Till vår kännedom finns endast en publicerad studie som studerat samspelseffekten och den studien utfördes på köttstrasstutar (Kirkland et al., 2005). Eftersom det finns väldigt knappt med data rörande majs i NorFor är detta projekt mycket relevant för att förbättra NorFor som fodervärderingssystem och därmed öka dess tillämpbarhet.

Vi förväntar oss att majsensilage skördat sent vid dentstadiet och utfodrat som enda grovfoder ger den största konsumtionen och tillväxten hos mjölkkrastjurarna och att majsensilage skördat tidigare vid degmognad och utfodrat med vallensilage ger den minsta konsumtionen och tillväxten hos djuren.

Syfte

Att studera effekt av mognadsstadium vid skörd och utfodringsnivå av majsensilage samt hur de påverkar varandra i deras effekt på konsumtion, foderutnyttjande och slaktkroppskvalitet hos mjölkkrastjuror och på lantbrukarens ekonomi.

Material och metoder

Djur, försöksuppläggning och foder. Två omgångar (2009/10 och 2010/11) om vardera 64 mjölkkrastjuror ingick i försöket, som utfördes på Götala nöt- och lammköttscenrum, SLU Skara. Tjurarna delades in i två block baserat på deras levande vikt innan försöksstart. Tjurarna i tunga blocket vägde 422 ± 22 kg år 1 och 410 ± 22 kg år 2 och tjurarna i lätta blocket vägde 361 ± 24 kg år 1 och 358 ± 16 kg år 2. Inom varje block delades tjurarna in i åtta grupper med 4 tjuror per grupp (=box). De åtta grupperna med tjuror slumpades på fyra foderbehandlingar med två grupper per behandling inom varje block. Tjurarna utfodrades följande fyra grovfoderbehandlingar boxvis med 4 boxar per behandling:

1. 100 % majsensilage skördat vid degmognad (T100)
2. 50 % gräsensilage + 50 % majsensilage skördat vid degmognad (T50)
3. 100 % majsensilage skördat vid dentmognad (S100)
4. 50 % gräsensilage + 50 % majsensilage skördat vid dentmognad (S50)

Andel majs/vallensilage var på ts-basis.

Näringsinnehåll och hygienisk kvalitet i majsensilagen och i gräsensilagen presenteras i tabell 1. Ensilaget kompletterades med korn, Agrodrank, kallpressad rapskaka och vitaminiserat mineralfoder för en beräknad levandeviktstillväxt på minst 1400 g/dag. Foderstaternas näringsinnehåll framgår av tabell 2. Det tidiga majsensilaget exakthackades till 14 mm teoretisk längd den 15/9 2009 och den 14/9 2010 medan det sena majsensilaget exakthackades den 13/10 2009 och den 12/10 2010 med tillsats av 2 l/ton av Kofasil Majs (Addcon Europe GmbH) och pressades i rundbalar. Gräsensilaget exakthackades till 25 mm teoretisk längd med tillsats av 3 l/t av ProMyr NT 570 (Perstorp AB) och lades in i plansilo.

Tjurarna utfodrades boxvis en gång per dag motsvarande 105-110 % ad libitum och mängd konsumerat foder beräknades som ett genomsnitt per djur och dag på boxnivå. Djuren vägdes var fjortonde dag under försökets genomförande samt två dagar i följd vid försöksstart och vid slakt. Slakt skedde då djuren hade nått en levande vikt på 630 kg.

Tabell 1. Näringsinnehåll och hygienisk kvalitet i ensilage i g/kg ts om inget annat anges, n=4 förutom för *in vitro* organiska substansens smältbarhet där n=2. TM=tidig majs, SM=sen majs.

| | År 1 | | | År 2 | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Gräs | TM | SM | Gräs | TM | SM |
| Ts, % | 26,5 | 27,9 | 35,4 | 34,7 | 26,6 | 39,7 |
| Råprotein | 169 | 100 | 99 | 121 | 79 | 78 |
| Socket | 37 | 50 | 42 | 46 | 37 | 26 |
| Stärkelse | - | 214 | 363 | - | 230 | 362 |
| NDF | 479 | 413 | 365 | 562 | 414 | 394 |
| ADF | 323 | 237 | 203 | 311 | 227 | 204 |
| ADL (lignin) | 63 | 36 | 34 | 33 | 20 | 18 |
| INDF | 101 | 72 | 71 | 100 | 74 | 83 |
| <i>In vitro</i> Org. Subst.Smbh.,% | 82,9 | 76,4 | 75,3 | 84,9 | 74,8 | 75,4 |
| Omsättbar energi, MJ/kg ts | 10,2 | 11,0 | 11,2 | 10,8 | 11,0 | 11,2 |
| pH | 3,8 | 3,5 | 4,0 | 4,2 | 3,9 | 4,2 |
| NH ₃ -N, % av total-N | 11,4 | 6,1 | 7,2 | 7,6 | 6,5 | 6,2 |
| Mjölksyra | 134 | 68 | 33 | 77 | 58 | 41 |
| Ättiksyra | 24 | 16 | 8 | 7,2 | 16 | 6 |
| Smörsyra | 2,6 | 0 | 0 | 1,1 | 0 | 0 |
| Etanol | 4,7 | 2,9 | 2,4 | 2,4 | 1,9 | 0,7 |

Tabell 2. Foderstaternas grovfoderandel samt näringsinnehåll i g/kg ts om inget annat anges.

| | År 1 | | | | År 2 | | | |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T100 ¹ | T50 | S100 | S50 | T100 | T50 | S100 | S50 |
| Grovfoder:kraftfoder | 62:38 | 60:40 | 64:36 | 62:38 | 59:41 | 59:41 | 64:36 | 62:38 |
| Råprotein | 145 | 140 | 146 | 140 | 138 | 120 | 137 | 119 |
| Stärkelse | 374 | 318 | 459 | 352 | 350 | 324 | 415 | 352 |
| NDF | 350 | 349 | 326 | 341 | 334 | 353 | 333 | 356 |
| Omsättbar energi, MJ/kg ts | 12,2 | 11,8 | 12,3 | 11,8 | 12,2 | 12,0 | 12,2 | 12,0 |
| Rp/Omsb. Energi, g/MJ | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 11,3 | 10,0 | 11,2 | 10,0 |

T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret.

Tuggning och partikelstorleksfördelning i träck. Dessa egenskaper registrerades under två 4-dagarsperioder första året, då djuren vägde 400 kg respektive 600 kg. Djurens tuggningsbeteende registrerades genom videoinspelning. Ättid, idisslingstid och total tuggningstid registrerades från filmerna. Träck samlades färsk och partikelstorleken i träcken bestämdes med torrsiktning av frystorkade prover enligt Nørgaard et al. (2004).

Statistisk analys. All data analyserades i PROC MIXED i SAS ver. 9.3. Modellen för konsumtion, foderutnyttjande och tillväxt under hela försöksperioden samt slaktdata innehöll fixa effekter av försöksår, majsens mognadsstadium vid skörd, majsandelen i grovfodret och deras samspel. Block nästads inom försöksår ingick också i modellen. Eftersom det inte fanns signifikanta samspel med år i modellen togs dessa samspel bort ur modellen och resultaten redovisas som medelvärden över de två åren. Regressionsanalys genomfördes i PROC REG i SAS för att utvärdera effekt av intagsvariabler på levande viktstillväxten Data angående tuggningsbeteende och partikelstorlek i träcken analyserades på samma sätt förutom att år inte användes i modellen. Resultaten redovisas för vardera av de två perioderna första försöksåret.

Resultaten redovisas som medelvärden (least square means) och medelvärdenas standard error.

Lönsamhet. Intäkter för slakttjurar minus tjurarnas värde vid försökets början och kostnader för förbrukat foder beräknades. Resultatet utgör ersättning för byggnad, arbete, ränta på djur- och rörelsekapital och diverse mindre kostnader under slutuppfödningen. Intäkten är slakteriets betalning för varje enskild tjur baserad på slaktvikt, klassning och priser vid leveranstillfället inklusive tillägg för kontrakt minus avdrag för eventuella leverskador etc. Köttpriserna och kontraktstilläggen var väsentligt högre när tjurarna i försöksår 2 slaktades än när tjurarna i försöksår 1 slaktades. Då man kan anta att halvfabrikatens värde några månader före slakt är relaterade till köttpriserna antas att ingångsvärdet på halvfabrikaten var 16 kr/kg i försöksår 2 och 12 kr/kg i försöksår 1. Priserna på majs- och gräsensilage är produktionskostnaderna beräknade utifrån de genomsnittliga priserna på produktionsmedel 2009-2011 i Götalands norra slättbygder (Gns) och Götalands skogsbygder (Gsk) enligt SLU:s områdeskalkyler (Agriwise, 2013). Även miljöstöd till vall och kompensationsbidrag (endast Gsk) beaktas i beräkningarna. I känslighetsanalyser varierar priserna på de olika fodermedlen. I en känslighetsanalys beaktas också byggnads- och arbetskostnaden vilken är 10 kr per djur och dag enligt Agriwise (2013). De sammanlagda fält-, lagrings- och konserveringsförlusterna har dock sänkts från områdeskalkylernas 26 % till 14 %, vilket minskar kostnaderna per kg ts ensilage. Miljöstöd till vall och kompensationsbidrag (endast Gsk) beaktas i beräkningarna, vilket också minskar produktionskostnaderna. Kostnaden för majsensilage är cirka 1,95 kr/kg ts i båda områdena medan kostnaden för gräsensilage är något lägre i Gsk (1,53 kr/kg ts) än i Gns (1,69 kr/kg ts) tack vare kompensationsbidrag och högre miljöstöd i Gsk. Priset på fodersäd är 1,43 kr/kg i båda områdena enligt områdeskalkylerna. Priset på drank och rapskaka är 3,00 kr/kg (Sven Hellberg, Lantmännen) respektive 2,80 kr/kg (Skeby Energi AB). I känslighetsanalyser varierar priserna på de olika fodermedlen. I en känslighetsanalys beaktas också byggnads- och arbetskostnaden vilken är 10 kr per djur och dag enligt områdeskalkylerna

Resultat

Det var ingen skillnad i ts-konsumtion mellan behandlingarna men stärkelse-intaget ökade medan NDF-intaget minskade vid ökad andel majsensilage i foderstaten, sett som ett genomsnitt över utvecklingsstadierna (Tabell 3). Detta medförde ett 5 % högre energi-intag och 7 % högre tillväxt för tjurar som utfodrades med 100 % majsensilage jämfört med tjurar som fick 50 % majsensilage i grovfodret. Slutgödningstiden kunde därmed minskas med 10 dagar när tjurarna fick 100 % majsensilage av grovfodret. Stärkelse-intaget var lägre men slaktkroppstillväxten och fettklassen var högre för tjurar utfodrade med tidigt skördat majsensilage jämfört med tjurar utfodrade med sent skördat majsensilage (Tabell 3). Resultat från regressionsanalysen visade att intaget av omsättbar energi ($P=0,003$) var den viktigaste variabeln som påverkade tillväxten hos tjurarna följt av stärkelse-intaget ($P=0,005$) och ts-intaget ($P=0,085$). De här tre variablerna förklarade 68 % av variationen i tillväxt ($R^2=0,68$).

Idisslingstiden i minuter per kg intag av ts, NDF och NDF från ensilaget ökade med senare utvecklingsstadium hos majsensilaget när majsensilaget användes som enda grovfoder men inte när det var blandat med lika delar gräsensilage till tjurar vid 400 kg levande vikt (Tabell 4). Både ättid, idisslingstid och total tuggningstid ökade när majsensilaget blandades med lika delar gräsensilage jämfört med majsensilage som enda grovfoder i foderstaten.

Tabell 3. Effekt av majsensilagens utvecklingsstadium vid skörd (U) och andel majsensilage i grovfodret (A) på konsumtion, tillväxt, fodereffektivitet och slaktkroppsegenskaper hos tjurar i genomsnitt över 2 år. Medelvärden (LSMEANS) och standard error of mean (SEM).

| | Behandling ¹ | | | | SEM | P-värde | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------|------|------|-------|---------|-----|-------|
| | T100 ¹ | T50 | S100 | S50 | | U | A | U x A |
| Ts-intag, kg/dag | 11,3 | 11,1 | 11,5 | 11,3 | 0,15 | NS | NS | NS |
| Ts-intag, g/kg LV ² | 21,3 | 20,8 | 21,3 | 21,4 | 0,26 | NS | NS | NS |
| NDF-intag, kg/dag | 3,86 | 3,94 | 3,77 | 3,98 | 0,06 | NS | * | NS |
| NDF-intag, g/kg LV | 7,27 | 7,39 | 7,01 | 7,52 | 0,11 | NS | ** | 0,08 |
| Rp-intag, kg/dag | 1,6 | 1,44 | 1,63 | 1,46 | 0,02 | NS | *** | NS |
| Stärkelse-intag, kg/dag | 3,16 | 3,29 | 4,01 | 3,66 | 0,05 | *** | * | *** |
| OE ³ -intag, MJ/dag | 138 | 132 | 141 | 134 | 1,9 | NS | ** | NS |
| LV tillväxt, kg/dag | 1,82 | 1,70 | 1,74 | 1,64 | 0,034 | 0,06 | ** | NS |
| FE ⁴ , kg ts/kg tillväxt | 6,8 | 7,7 | 8,7 | 7,6 | 0,79 | NS | NS | NS |
| Antal dagar till slakt | 118 | 125 | 119 | 131 | 4 | NS | * | NS |
| LV vid slakt, kg | 641 | 636 | 639 | 638 | 2,1 | NS | NS | NS |
| Slaktad vikt, kg | 335 | 329 | 330 | 329 | 1,7 | 0,06 | NS | * |
| Slaktkroppstillv., kg/dag | 0,84 | 0,76 | 0,75 | 0,72 | 0,019 | ** | ** | NS |
| Slaktutbyte, % | 52,2 | 51,7 | 51,4 | 51,7 | 0,23 | 0,07 | NS | 0,08 |
| Fettklass | 8,4 | 8,2 | 7,9 | 8,0 | 0,11 | * | NS | NS |
| Formklass | 5,4 | 5,3 | 5,4 | 5,1 | 0,17 | NS | NS | NS |

¹T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret.

²LV=levande vikt; ³OE=Omsättbar energi; FE=fodereffektivitet. NS=ej signifikant; 0,05<P<0,10 = tendens till signifikans; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Tabell 4. Effekt av majsensilagens utvecklingsstadium vid skörd (U) och andel majsensilage i grovfodret (A) på ättid, idisslingstid och total tuggningstid för 400-kg tjurar. Medelvärden (LSMEANS) och standard error of mean (SEM).

| | Period 1, LV ¹ =400 kg | | | | SEM | P - värde | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | T100 ² | T50 | S100 | S50 | | U | A | U*A |
| Ättid, min/dag | 193 | 208 | 172 | 223 | 12 | NS | * | NS |
| Idissling, min/dag | 455 | 522 | 492 | 545 | 11 | * | ** | NS |
| Tuggning, min/dag | 648 | 729 | 663 | 768 | 19 | NS | ** | NS |
| Ättid, min/kg TSI ³ | 17 | 20 | 16 | 21 | 1 | NS | ** | NS |
| Ättid, min/kg NDFI ⁴ | 48 | 55 | 48 | 57 | 3 | NS | * | NS |
| Ättid, min/kg ENDFI ⁵ | 68 | 76 | 69 | 78 | 5 | NS | NS | NS |
| Idissling, min/kg TSI | 40 | 50 | 45 | 50 | 1 | * | *** | * |
| Idissling, min/kg NDFI | 112 | 138 | 137 | 142 | 3 | ** | ** | * |
| Idissling, min/kg ENDFI | 160 | 190 | 197 | 192 | 5 | ** | * | ** |

¹LV=levande vikt; ²T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret. ³TSI=Ts-intag; ⁴NDFI=NDF-intag; ⁵ENDFI=ensilagens NDF-intag. NS=ej signifikant; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

För tjurar som vägde 600 kg var idisslingstiden uttryckt i minuter per dag samt per kg ts-intag och per kg NDF-intag längre när de utfodrades med både majsensilage och gränsilage än när de enbart fick majsensilage som grovfoder (Tabell 5).

Tabell 5. Effekt av majsensilagens utvecklingsstadium vid skörd (U) och andel majsensilage i grovfodret (A) på ättid, idisslingstid och total tuggningstid för 600-kg tjurar. Medelvärden (LSMEANS) och standard error of mean (SEM).

| | Period 2, LV ¹ =600 kg | | | | | P - värde | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-----|-----------|----|------|
| | T100 ² | T50 | S100 | S50 | SEM | U | A | U*A |
| Ättid, min/dag | 190 | 173 | 158 | 192 | 15 | NS | NS | NS |
| Idissling, min/dag | 463 | 540 | 484 | 563 | 15 | NS | ** | NS |
| Tuggning, min/dag | 654 | 714 | 642 | 755 | 25 | NS | ** | NS |
| Ättid, min/kg TSI ³ | 20 | 17 | 15 | 18 | 2 | NS | NS | 0,08 |
| Ättid, min/kg NDFI ⁴ | 58 | 52 | 45 | 53 | 4 | NS | NS | NS |
| Ättid, min/kg ENDFI ⁵ | 78 | 64 | 62 | 65 | 6 | NS | NS | NS |
| Idissling, min/kg TSI | 49 | 54 | 44 | 52 | 2 | NS | * | NS |
| Idissling, min/kg NDFI | 143 | 161 | 138 | 158 | 6 | NS | ** | NS |
| Idissling, min/kg ENDFI | 190 | 200 | 189 | 194 | 7 | NS | NS | NS |

¹LV=levande vikt; ²T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret. ³TSI=Ts-intag; ⁴NDFI=NDF-intag; ⁵ENDFI=ensilagens NDF-intag. NS=ej signifikant; 0,05<P<0,10 = tendens till signifikans; *P<0,05; **P<0,01.

Tabell 6. Effekt av majsensilagens utvecklingsstadium vid skörd (U) och andel majsensilage i grovfodret (A) på ts-halten i träck, storleksfördelningen av osmälta foderpartiklar i träck samt genomsnittliga partikelstorleken i träck hos 400-kg tjurar. Medelvärden (LSMEANS) och standard error of the mean (SEM).

| | Period 1, LV ¹ =400 kg | | | | | P - värde | | |
|---|-----------------------------------|------|------|------|------|-----------|------|-----|
| | T100 | T50 | S100 | S50 | SEM | U | A | U*A |
| Ts-halt i träck, % | 15,9 | 16,0 | 15,9 | 15,2 | 0,55 | NS | NS | NS |
| 2,36 mm | 3,0 | 3,6 | 5,0 | 4,7 | 0,73 | NS | NS | NS |
| 1,00 mm | 8,9 | 8,6 | 11,8 | 9,5 | 1,24 | NS | NS | NS |
| 0,50 mm | 15,5 | 15,9 | 18,2 | 16,9 | 1,13 | NS | NS | NS |
| 0,212 mm | 42,8 | 36,7 | 40,3 | 35,5 | 1,39 | NS | ** | NS |
| 0,106 mm | 20,3 | 22,1 | 17,0 | 21,0 | 1,51 | NS | 0,08 | NS |
| 0,00 (bottenplatta) | 9,5 | 13,1 | 7,8 | 12,4 | 1,04 | NS | ** | NS |
| < 1,00 mm | 88,1 | 87,8 | 83,2 | 85,8 | 1,75 | 0,07 | NS | NS |
| < 0,50 mm | 72,6 | 71,9 | 65,0 | 68,8 | 2,71 | 0,08 | NS | NS |
| < 0,212 mm | 29,8 | 35,2 | 24,7 | 33,4 | 2,50 | NS | * | NS |
| Partikelstorlek, aritmetiskt medelvärde, mm | 0,52 | 0,53 | 0,64 | 0,58 | 0,04 | 0,08 | NS | NS |
| Partikelstorlek, geometriskt medelvärde, mm | 0,33 | 0,31 | 0,39 | 0,33 | 0,02 | NS | NS | NS |

¹LV=levande vikt; ²T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret. NS=ej signifikant; 0,05<P<0,10 = tendens till signifikans; *P<0,05; **P<0,01.

Andelen osmälta fiberpartiklar i träcken i en storlek från från 0,212 till 0,50 mm var större från både 400-kg och 600-kg tjurar som utfodrades med majsensilage som enda grovfoder än när majsensilaget var blandat med gräsensilage (Tabell 6 och 7). Däremot var andelen av de minsta partiklarna i träcken (< 0,212 mm) större hos tjurar som fick både majsensilage och gräsensilage (Tabell 6 och 7). Andelen träckpartiklar mindre än 1,0 mm tenderade att vara större hos tjurar i båda viktsklasserna som fick tidigt skördat majsensilage än hos tjurar som

fick sent skördat majsensilage (Tabell 6 och 7). Den genomsnittliga partikelstorleken i träcken tenderade dock att vara större hos tjurar som fick sent skördat majsensilage än de som fick tidigt skördat majsensilage (Tabell 6 och 7).

Tabell 7. Effekt av majsensilagens utvecklingsstadium vid skörd (U) och andel majsensilage i grovfodret (A) på ts-halten i träcken, storleksfördelningen av osmälta foderpartiklar i träcken samt genomsnittliga partikelstorleken i träcken hos 400-kg tjurar. Medelvärden (LSMEANS) och standard error of mean (SEM).

| | Period 2, LV ¹ =600 kg | | | | SE M | P - värde | | |
|--|-----------------------------------|------|------|------|---------|-----------|----|----------|
| | T100 | T50 | S100 | S50 | | U | A | U* A |
| Ts-halt i träck, % | 16,5 | 16,5 | 16,7 | 15,9 | 0,47 | NS | NS | NS |
| 2,36 mm | 3,2 | 2,6 | 2,7 | 4,7 | 0,45 | NS | NS | * |
| 1,00 mm | 9,0 | 8,2 | 10,1 | 9,3 | 0,60 | 0,09 | NS | NS |
| 0,50 mm | 15,1 | 15,2 | 15,6 | 15,1 | 0,63 | NS | NS | NS |
| 0,212 mm | 39,5 | 33,9 | 37,4 | 32,3 | 1,45 | NS | ** | NS |
| 0,106 mm | 22,8 | 25,1 | 22,4 | 23,5 | 1,29 | NS | NS | NS |
| 0,00 (bottenplatta) | 10,3 | 15,0 | 11,7 | 15,0 | 0,69 | NS | ** | NS |
| | | | | | | | * | |
| < 1,00 mm | 87,7 | 89,2 | 87,2 | 85,9 | 0,87 | 0,06 | NS | NS |
| < 0,50 mm | 72,7 | 74,0 | 71,6 | 70,8 | 1,32 | NS | NS | NS |
| < 0,212 mm | 33,1 | 40,1 | 34,1 | 38,5 | 1,93 | NS | ** | NS |
| Partikelstorlek, aritmetiskt medelvärde, mm | 0,52 | 0,48 | 0,52 | 0,56 | 0,02 | 0,07 | NS | 0,0 7 |
| Partikelstorlek, geometriskt medelvärde, mm | 0,32 | 0,28 | 0,31 | 0,30 | 0,01 | NS | * | NS |

¹LV=levande vikt ²T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret. NS=ej signifikant; 0,05<P<0,10 = tendens till signifikans; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Beräkningar inom Gns visade att tidigt skördat majsensilage med 50% inblandning med gräsensilage gav bäst lönsamhet båda försöksåren följt av 100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret och 50 % sent skördat majsensilage av grovfodret, som var likvärdiga (Tabell 8). Sent skördat majsensilage som enda grovfoder i foderstaten gav sämst lönsamhet. I Gsk, där produktionskostnaden för gräsensilage är lägre, förbättras E50:s och L50:s konkurrenskraft något jämfört med de två andra försöksleden. I beräkningarna har inte beaktats att det i praktiken kan vara dyrare att hantera två olika ensilageslag. Om denna merkostnad räknad per tjur är högre än 120 kr i Gns och 190 kr i Gsk blir E100 lönsammast.

Känslighetsanalyser har gjorts där varje fodermedels pris var för sig har ökat respektive minskats med 20 %. E50 var fortfarande bäst i samtliga känslighetsanalyser utom då priset på gräsensilage ökades med 20 % och då priset på majsensilage minskade 20 %. I dessa fall blev E100 lönsammast. Vid 17 % högre pris på gräsensilage, eller vid 8 % högre pris på gräsensilage i kombination med 8 % lägre pris på majsensilage är E50 och E100 likvärdiga.

Tabell 8. Slaktintäkt minus tjurarnas värde vid försökens början och kostnader för förbrukat foder för varje försöksår och som medeltal över de två försöksåren. Kr per tjur.

| Behandling | Försöksår 1 | Försöksår 2 | Medeltal över två försöksår |
|---------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| T100, kr/tjur | 1364 | 1556 | 1460 |
| T50, kr/tjur | 1523 | 1640 | 1582 |
| S100, kr/tjur | 1103 | 1067 | 1085 |
| S50, kr/tjur | 1392 | 1565 | 1479 |

²T100=100 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, T50=50 % tidigt skördat majsensilage av grovfodret, S100=100 % sent skördat majsensilage av grovfodret, S50=50 % sent skördat majsensilage av grovfodret.

Diskussion

Det högre stärkelseintaget och det lägre NDF intaget resulterade i högre intag av omsättbar energi när majsensilaget utgjorde 100 % av grovfodret jämfört med 50 % av grovfodret. Det högre energi intaget ökade den dagliga tillväxten hos tjurarna med 7 % från 1,67 till 1,78 kg och minskade antalet dagar till slakt med 10 när majsensilaget utgjorde enda grovfodret i foderstaten. Att energiintaget var störst orsak till den ökade tillväxten påvisades med regressionsanalys då energiintaget följt av stärkelseintaget och ts-intaget förklarade 68 % av variationen i tillväxt. Samtliga tjurar hade högre tillväxt än 1400 g/dag, som var den tillväxt som foderstaterna utformades för. Detta visar på att foderstater med majsensilage, antingen som enda grovfoder eller i blandning med gräsensilage, kompletterade med rätt typ av kraftfoder kan ge välbalanserade foderstater som har potential för höga tillväxter hos ungnöt.

Idisslingstiden ökade från ca 470 minuter per dag till ca 540 minuter per dag när tjurarna utfodrades med lika andelar majsensilage och gräsensilage istället för enbart majsensilage som grovfoder, vilket kan bero på det högre NDF-intaget hos tjurar som fick både majsensilage och gräsensilage. Den längre idisslingstiden beror också på mer lignifierad och osmältbar NDF i gräsensilaget än i majsensilaget eftersom idisslingstiden per kg totalt NDF intag och per kg NDF intag från grovfodret var längre för tjurar utfodrade med både majsensilage och gräsensilage. Att både foderstatens NDF-halt och lignifieringen/smältbarheten hos NDF påverkar idisslingstiden är känt sedan länge och beaktas i NorFor vid uträkning av idisslingstiden utifrån fodermedlens kemiska och fysiska struktur (Nørgaard et al., 2011). Den längre idisslingstiden per kg NDF när tjurarna utfodrades med en blandning av majsensilage och gräsensilage resulterade i en större andel mindre fiberpartiklar i träcken än hos tjurar utfodrade med 100 % majsensilage av grovfodret.

Idisslingstiden ökade med senare mognad av majsensilaget men endast hos de yngre tjurarna (400 kg) som enbart fick majsensilage som grovfoder. Avsaknad av samma effekt hos tyngre tjurar (600 kg) är svår att förklara. Den genomsnittliga partikelstorleken i träcken var större för tjurar i båda viktsklasser som utfodrades med sent skördat majsensilage än med tidigt skördat majsensilage, oavsett andel majsensilage i foderstaten, trots att yngre och äldre tjurar svarade olika i idisslingstid när de utfodrades med majsensilage skördat vid olika mognadsstadier. Liknande effekt av grovfodrets mognadsstadium på partikelstorleken i träcken har påvisats av Rustas et al. (2010) vid utfodring av helsädesensilage av korn till mjölkkrasstutar. Ett genomsnittligt NDF-intag på 0,7-0,75 % av levande vikten och en maximal total tuggningstid på 768 minuter per dag med en fördelning på 25-30 % ättid och 70-75 % idissling visar på att tuggningstiden troligen inte begränsade konsumtionen i det här försöket och konsumtionen var sannolikt metaboliskt reglerad (Mertens, 1994; Tjardes et al., 2002).

Trots den högre tillväxten hos tjurar utfodrade med enbart majsensilage som grovfoder var lönsamheten för lantbrukaren lägst när sent skördat majsensilage utfodrades som enda grovfoder. Om majsensilaget ska utfodras som enda grovfoder bör det skördas tidigt för bästa ekonomi för lantbrukaren.

Slutsats

Andelen majs i foderstaten hade större effekt än majsens utvecklingsstadium vid skörd på mjölkkrastjurarnas tillväxt och lantbrukarens lönsamhet i den här studien där foderstaterna var välbalanserade. Därmed har lantbrukaren stor flexibilitet när det gäller skördetidpunkt för majsen innan den första starka frosten inträffar i slutet av växtsäsongen.

Resultatförmedling från projektet

Presentationer. Ett planeringsmöte med projektledning och referensgrupp hölls på SLU i Skara 2009. Dessutom har projektledningen och referenspersonerna haft regelbundna möten. Projektet har presenterats muntligt på majsworkshop vid SLU i Umeå den 9 mars 2009 med ca 20 deltagare från SLU, Hushållningssällskapen, Lantmännen, tillsatsmedelsföretag och Svensk Mjölk/NorFor. En lägesrapport med efterföljande diskussion presenterades vid styrgruppsmöte i Agroväst köttprogram i september 2009, Agroväst styrgrupp för Nöt och Lamm besökte djuren under försöket våren 2010 och en lägesrapport presenterades vid styrgruppsmöte i Agroväst köttprogram augusti 2010. Projektet presenterades muntligt vid en andra majsworkshop vid SLU i Umeå i februari 2010 och vid en nordisk fiberworkshop vid Köpenhamns universitet i maj 2010.

Publikationer

Dr. Konstantinos Zaralis har genomfört projektet som post doctoral forskare under ledning av huvudsökande.

- Zaralis, K., Nørgaard, P., Helander, C., Murphy, M., Weisbjerg, M.R., Nadeau, E. (2013) Effects of maize maturity at harvest and proportion of maize silage in diets on intake and performance of growing/finishing bulls. Submitted for publication in *Livestock Science* (volume and pages are pending)
- Zaralis, K., Nadeau, E., Nørgaard, P., Helander, C. & Murphy, M. 2011. Effects of maturity stage at harvest and dietary inclusion rate of whole-crop maize silage on intake, feed utilization and carcass quality of growing dairy bulls. BSAS Conference, Nottingham, U.K. April 2011.
- Zaralis, K., Nadeau, E., Johansson, S., Helander, C., Nørgaard, P., Murphy, M. (2011) Effects of maturity stage at harvest and dietary inclusion rate of whole-crop maize silage on intake, feed utilization and carcass quality of growing dairy bulls. *Advances in Animal Biosciences, "Food Security – Challenges and Opportunities for Animal Science"*. Cambridge University Press. *Proceedings of the Annual Meeting of the British Society of Animal Science, Vol 2, part 1, p 088*
- Zaralis, K., Helander, C., Nadeau, E., Johansson, S., Nørgaard, P. and Murphy, M. (2010). Whole-crop maize for silage: Effects of maturity stage at harvest and feeding strategy on feed intake, chewing behaviour, diet selection and performance in growing bulls and ram lambs. *Proceedings of the 1st Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden. Report 274, pp. 190-194. Swedish University of Agricultural Sciences*

Work in progress

- Zaralis, K., Nørgaard, P., Helander, C., Murphy, M., Weisbjerg, M.R., Nadeau, E. (2013) Effects of maize maturity at harvest and proportion of maize silage on chewing activity and distribution of particle size in faeces of finishing bulls. *To be submitted for publication in "Animal"*

Referenser

- Agriwise, 2013. Områdeskalkyler för majsensilage och ensilage 3 skördar (intensiv) i Gns och Gsk. <http://www.agriwise.org/>.
- Arnesson, A., Rustas, B-O, Nadeau, E. och Swensson, C. 2009. Majsproduktion på gårdar i södra Sverige – odling, konservering och foderkvalitet. Rapport 27, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Avdelningen för produktionssystem. 37 sidor.
- Brennan, R.W., Hoffman, M.P., Parrish, F.C., Epplin, F., Bhide, S. & Heady, E.O. 1987. Effect of different ratios of corn silage and corn grain on feedlot performance, carcass characteristics and projected economic returns. *J. Anim. Sci.* 64, 23-31.
- Browne, E. M., D. T. Juniper, M. J. Bryant, and D. E. Beever. 2005. Apparent digestibility and nitrogen utilization of diets based on maize silage harvested at three stages of maturity and fed to steers. *Grass and Forage Science* 60: 274-282.
- Browne, E. M., D. T. Juniper, M. J. Bryant, D. E. Beever, and A. V. Fisher. 2004. Intake, live-weight gain and carcass characteristics of beef cattle given diets based on forage maize silage harvested at different stages of maturity. *Animal Science* 79: 405-413.
- Comerford, J.W., House, R.B., Harpster, H.W., Henning, W.R. & Cooper, J.B. 1992. Effect of forage and protein source on feedlot performance and carcass traits of Holstein and crossbred beef steers. *J. Anim. Sci.* 70, 1022-1031.
- Jensen, C., Weisbjerg, M.R., Nørgaard, P. and Hvelplund, T. 2005. Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 118, 279-294.
- Joanning, S.W., Johnson, D.E. & Barry, B.P. 1981. Nutrient digestibility depressions in corn silage-corn grain mixtures fed to steers. *J. Anim. Sci.* 53, 1095-1103.
- Juniper, D.T., Browne, E.M., Bryant, M.J. och Beever, D.E. 2006. Digestion, rumen fermentation and circulating concentrations of insulin, growth hormone and IGF-1 in steers given maize silages harvested at three stages of maturity. *Anim. Sci.*, 82, s. 41-48.
- Juniper, D.T., Browne, E.M., Fisher, A.V., Bryant, M.J., Nute, G.R. & Beever, D.E. 2005. Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. *Anim. Sci.* 81, 159-170.
- Keady, T.W.J., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2007. Effect of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silage on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. *Animal* 1, 613-623.
- Kirkland, R.M., Steen, E.W.J., Gordon, F.J. & Keady, T.W.J. 2005. The influence of grass and maize silage quality on apparent diet digestibility, metabolizable energy concentration and intake of finishing beef cattle. *Grass Forage Sci.* 60, 244-253.
- Masoero, F., Rossi, F. & Pulimeno, A.M. 2006. Chemical composition and in vitro digestibility of stalk, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. *Italian J. Anim. Sci.* 5, 215-227.
- Mertens, D. R. 1994. Regulation of Forage Intake. In *Forage Quality, Evaluation, and Utilization* p. 450-493, George C. Fahey (ed.). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.
- Mgbeahurike, A. C. 2007. Faecal characteristics and production of dairy cows in early lactation. Report no. 62. Dept. Animal Environment and Health, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nadeau, E., Rustas, B-O., Arnesson, A. and Swensson, C. 2010. Maize silage quality on Swedish dairy and beef farms. 14th International Symposium Forage Conservation, Brno, Czech Republic, March 17-19, pp. 195-197.
- Nørgaard, P. 2006. Use of image analysis for measuring particle size in feed, digesta and faeces. Workshop 3. Methods in studying particle size and digesta flow. In: *Ruminant Physiology*, Red. K. Sejrsen, T. Hvelplund & M. O. Nielsen, Proc. X Intern. Symp. on Ruminant Physiology, Copenhagen, August 30th to Sept. 4th, 2004, pp 579-585.
- Nørgaard, P., Kornfelt, L.F. 2006. Particle size distribution in rumen contents and faeces from cows fed grass silages in different physical form or barley straw supplemented with grass pellets. Abstract. Joint ADSA-ASAS Meeting (July 9-13, 2006, Minneapolis, Minnesota), pp. 262.
- Nørgaard, P., Husted, S. and Ranvig, H. 2004. Effect of supplementation with whole wheat or whole oat grains on the dimensions of faeces particles from lambs. *J. Anim. Feed Sci.* 13, suppl. 1:175-178.
- Nørgaard, P., Nadeau, E. and Nordqvist, M. 2007. Distribution of particle size in manure from cattle – barn sieving technique. pp. 293-294. Proc. the NJF 23rd Congress “Trends and Perspectives in Agriculture”, June 26-29, Copenhagen, Denmark. NJF Report, vol. 3, nr. 2, Lund, M. et al. (eds).
- Nørgaard, P., Nadeau, E., Randby, Å. T. and Volden, H. 2011. Chewing index system for predicting physical structure of the diet. Pp. 127-132 in Volden, H. (ed.). *NorFor – The Nordic feed evaluation system*. EAAP publication No. 130.
- O’Sullivan, A., O’Sullivan, K., Galvin, K., Moloney, A.P., Troy, D.J. & Kerry, J.P. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 80, 1556-1563.
- Rustas, B-O., Nørgaard, P., Jalali, A.R. and Nadeau, E. 2010. Effects of physical form and stage of maturity at harvest of whole-crop barley silage on intake, chewing activity, diet selection and faecal particle size of dairy steers. *Animal* 4, 67-75.
- Swensson, C., Hetta M. & Mussadiq, Z. 2008. Phenological development of maize and its importance for the nutritive for dairy cows under Swedish conditions In: *Book of abstracts for the 22nd EGF General meeting, Biodiversity and Animal Feed* p. 94.
- Tjardes, K. E. et al. 2002. Neutral detergent fiber concentration in corn silage influences dry matter intake, diet digestibility, and performance of Angus and Holstein steers. *Journal of Animal Science* 80: 841-846.